

飽和砂の振動時の透水係数について(第三報)

京都大学工学部 正 員 黒田勝彦
不動建設株式会社 正 員 阿久津 英智

1. まえがき

飽和した砂地盤の液状化あるいは振動力を利用した砂地盤への薬液注入等においては、振動時の飽和砂中での水の流しが大なる関心事である。筆者らは、この数年、この点に注目して、振動を受ける飽和砂の透水性に関する実験を実施してきた^{D, 2)}。今回は、その後、実施した実験の結果と合わせて系統的に検討した結果を報告するものである。

2. 実験装置および実験方法の概要

実験装置に関しては既に報告した装置を用いたが、透水試料室を改良したのでその詳細図を図-1に示した。実験に用いた試料も前回までに用いたものと同じく水で飽和させた相馬標準砂($G_s=2.621$, $D_{10}=0.53\text{mm}$, $D_{60}=0.92\text{mm}$)である。実験はIとIIとに分けられる。実験Iでは、鉛直振動力に加えした場合の振動中の供試体の体積変化と透水性の変化をみるために行なったもので、初期間げき比の異なるいくつかの供試体について行なった。供試体の初期間げき比も変化させるのは突き固め棒による突き固め回数の変化によった。しかし、一定法則にもとづいて突き固めたものではないので、必ずしも突き固め回数と初期間げき比とは対応していない。本文で用いる記号 L_0, L_1 等にした数字はその供試体の突き固め回数を示している。

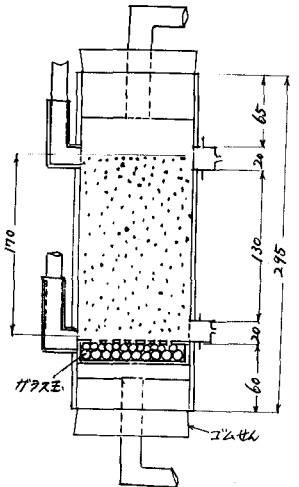


図-1 透水室

実験IIは振動時に発生する動水圧による供試体中の動水分配の変化が透水係数に及ぼす影響を調べようとしたものである。そのために加振中、供試体の間げき比が変化しないように、実験前に水平加振(700~800gal)で締め固め、これに網を張ったリングで上部を拘束した。その後、100gal, 200gal, 300gal, 400gal, 500galの各加振速度(鉛直)段階において、水頭差 $1.0\text{cm} \sim 10.0\text{cm}$ まで $1^\circ/\text{min}$ 以下で変化させて流量を測定した。流量の測定は、実験Iおよび実験IIのIIつれにおいて、10秒間流量を5秒間かくで5回ずつ測定した。

3. 実験結果とその考察

図-2は実験Iの結果を各供試体を通じて振動中の値の平均値で代表させて、透水係数 k と間げき比 e の関係 e^2/ite との関係を整理したものである。図-3は同じように水平振動の場合の実験値を整理したものである。(例えば参考文献D参照) また図-4は供試体M₁について、平均値を用いずに加振中の間げき比の変化と対応させて透水係数の変化を詳細に検討するために整理したものである。まず、平均的に処理した場合の傾向を考える。図-2、および図-3にみられるように k と e^2/ite の間には一定の直線的関係が認められるが、初めに突き固め棒によって突き固められた供試体(M₅, M₁₀, M₂₀)

D黒田・高田, "振動による飽和砂の透水性(Ⅳ)", 土木基礎 No.138, Aug, 1969.

2)黒田・阿久津, "飽和砂の振動時透水係数について(第二報)", 土木学会第24回年次学術講演会講演要旨, 1969年9月.

M₅₀, M₁₀₀, I₅, I₁₀, I₂₀) と突き固めなかつた供試体 (M₅, I₅) との間には直線の傾きが異なつてゐるゝとが注目される。したがつてこの部分では同一の上げき比に対して

2つの透水係数が存在している。しかし振動を継続させていくと11μmの供試体の場合も突き固めなかつた供試体のその直線に漸近する。このことは突き固め棒による場合と振動による場合とでは、締め固められた砂層の状態が一般に異なつてゐることを示唆していると考えらる。これは図-2, 図-3, の11μmにも当てはまることであり、砂層が受ける振動方向の種類には無関係に成り立つことと思はれる。図-2, 図-3 から得らるる:

直線の勾配は11μmも2.190となり、実験Ⅱの際に求めた静態時の試験結果図-5より得らるる2.200とよく一致する。このことから振動中のkとe_v/f_{re}の間には振動方向によらず直線関係が成立し、その勾配は突き固めなかつた供試体の勾配で代表されることが出来る。図-4は平均的に処理せず、詳細に整理した場合であるが、時間ごとにはeとkは複雑な変化を示し、ある場合上げき比が減少するにも拘らず透水係数が増大する。これは振動中の上げきの大きさの分布等が刻々変化しており、上げき比のみで透水係数が一概に表わし得ないことを示すものと考へる。図-6は実験Ⅱの結果の一例であるが、これにより振動中の透水性に関しては動水圧の影響はなく静態時と同じ直線関係が保たれることがわかる。また図-7は振動加速度によつて上げき比と透水係数がいかなる変化をするかをみるために整理したものであるが、これより振動中透水係数が減少するのは主に上げき比の減少による結果であることが明白にわかる。

4. 結 言

以上の実験的研究により、振動時には振動方向によらず平均的にはダルシーの法則が成り立ち、kとe_v/f_{re}の間にはほぼ直線関係が成り立つことが明らかにされた。なお、砂層がクィーンズメントを生じるような状態での透水性を評価するに現在流重計を使用した実験を行つており、非常に興味ある事実がみられるので機会があればこれをもとめて発表する予定である。

終りに臨み、本研究を実施するに當つて、終始、適切な御助言、御指導を賜つた京都大学工学部 長尾義三教授 および松尾稔助教授に深謝の意を表する次第です。

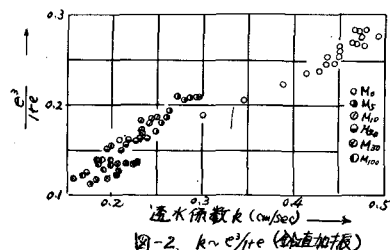


図-2. k と e_v/f_{re} (鉛直加振)

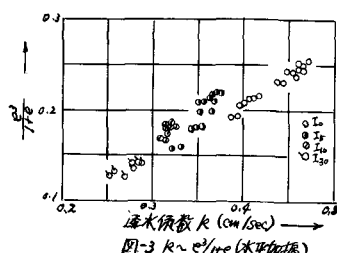


図-3. k と e_v/f_{re} (水平加振)

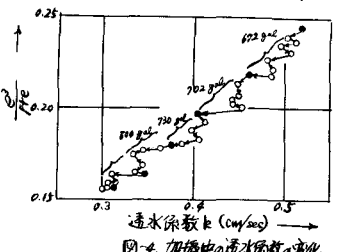


図-4. 加振中の透水係数の変化

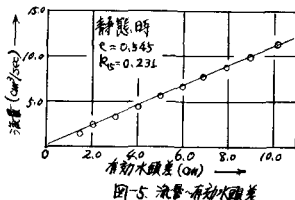


図-5. 流量-有効水頭差

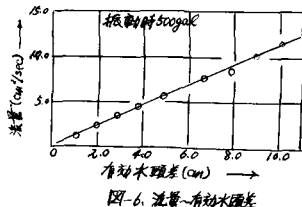


図-6. 流量-有効水頭差

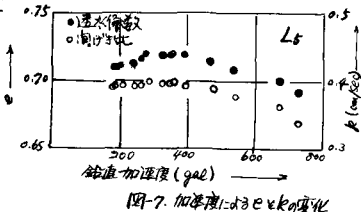


図-7. 加速度によるeとkの変化